

SIMULASI DAN ANALISA LINTASAN KENDARAAN RODA TIGA REVERSE TRIKE DENGAN PENERAPAN PID CONTROLLER

Gilang Pratama Putra

Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik

Universitas Sebelas Maret

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan perilaku dinamika *handling* kendaraan roda tiga *reverse trike* pada saat berbelok berdasarkan pemodelan dan simulasi *handling* menggunakan *software* Matlab. Model kendaraan 3 derajat kebebasan digunakan dalam penelitian ini. Permodelan dan persamaan gerak diturunkan berdasarkan prinsip hukum Newton. Menambahkan kontroller pada hasil *handling* dari kendaraan roda tiga *reverse trike* untuk mengoptimalkan stabilitas kendaraan. Terdapat 3 variasi inputan sudut *steering* yaitu 10, 15, dan 20 derajat dan tiga variasi inputan kecepatan yaitu 10, 20, dan 30 km/jam. Simulasi ini menghasilkan lintasan kendaraan pada saat berbelok dengan berbagai variasi inputan. Berdasarkan analisa data hasil simulasi, diperoleh bahwa hasil lintasan kendaraan roda tiga *reverse trike* akan menghasilkan radius putar sebesar 0,9 meter pada saat kendaraan tanpa kontroller sedangkan sebesar 2 meter dengan menggunakan kontroller. Sedangkan untuk perbandingan hasil lintasan dengan variasi sudut *steering* 10, 15, dan 20 derajat, kendaraan akan terlempar sejauh masing-masing 1,4, 2,6 dan 4 meter. Kendaraan dengan kontrol PID dengan variasi sudut *steering* 10, 15, dan 20 derajat, kendaraan akan terlempar sejauh masing-masing 2, 4,5, dan 7 meter dengan radius putar yang konstan sebesar 2 meter. Dari hasil yang terjadi dapat disimpulkan bahwa kendaraan roda tiga menghasilkan lintasan yang semakin besar seiring bertambahnya kecepatan kendaraan dan menghasilkan lintasan kendaraan dengan radius putar yang semakin kecil seiring bertambahnya sudut *steering*.

Kata Kunci: Kendaraan roda tiga, Model *Handling*, pengujian belok, *software* Matlab, Kontrol kendaraan, kontrol PID.

SIMULATION AND ANALYSIS OF THREE WHEELS VEHICLE REVERSE TRIKE TRAJECTORY WITH PID CONTROLLER APPLICATION

Gilang Pratama Putra

Mechanical Engineering Department Faculty of Engineering

Universitas Sebelas Maret

Abstrack

The study aims to obtain the dynamic behavior of a three-wheeled reverse trike vehicle handling for turning by using modeling and simulation handling using Matlab software. Three-degrees of freedom vehicle model is used in this study. Modeling is based on equations of motion derived based on the principles of Newton's laws. PID controller is employed in the model of a three-wheel vehicle handling in order to improve the vehicle stability. Simulations are performed for three variations of the input steering angle, i.e. 10, 15, and 20 degrees, and three variations of the input speed, i.e. 10, 20 and 30 km/hr. These simulations produce the trajectory of the vehicle turning with a variety of inputs. Based on data analysis, simulation results, obtained that track the results of reverse trike three-wheel vehicles will produce a turning radius of 0.9 meters at a vehicle without a controller while by 2 meters by using a controller. As for the comparison of the track with the steering angle variation 10, 15, and 20 degrees, the vehicle will be thrown 1.4, 2.6 and 4 meters respectively. Vehicles with PID control with steering angle variation 10, 15, and 20 degrees, the vehicle will be thrown 2, 4.5 and 7 meters with a constant turning radius of 2 meters respectively. From the results that occur can be concluded that the three-wheeled vehicles produce greater trajectory with increasing vehicle speed and trajectory of the vehicle to produce increasingly smaller turning radius with increasing steering angle.

Keywords: *Three-wheeled vehicles, Model Handling, testing turn, Matlab simulation, vehicle control, PID control.*

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah Subhanahu wa ta'ala atas segala nikmat, rahmat serta bimbingan Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini yang berjudul “Simulasi dan Analisa Lintasan Kendaraan Roda Tiga *Reverse Trike* dengan Penerapan *PID Controller*” dengan lancar. Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana teknik di Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Dalam pelaksanaan Tugas Akhir ini penulis mendapatkan bantuan, bimbingan, pengalaman dan pelajaran sangat berharga dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan bantuannya baik secara langsung dan tidak langsung. Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada:

1. Orang tua dan seluruh keluarga yang selalu mendukung saya dengan bantuan moral dan material.
2. Bapak Wibowo, ST., M.T. selaku pembimbing I tugas akhir yang selalu memberikan bimbingan dan nasehatnya.
3. Bapak R Lulus Lambang, ST., MT. selaku pembimbing II tugas akhir atas kesediaannya membimbing penulis dalam mengerjakan tugas akhir.
4. Bapak Sukmaji Indro Cahyono, ST., MEng., Bapak Miftahul Anwar, PhD dan Bapak Purwadi Joko Widodo, ST., M.Kom. selaku dosen penguji atas segala masukan dan nasehatnya untuk menjadikan tugas akhir ini lebih baik.
5. Semua dosen di jurusan Teknik Mesin UNS.
6. Semua staff dan karyawan di jurusan Teknik Mesin UNS
7. Seluruh teman yang mengawali perjuangan bersama-sama.
8. Seluruh teman yang menemani dan menyemangati saya dalam tugas akhir dan penulisan.
9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, atas segala bantuannya dalam proses penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan, untuk itu masukan dan saran yang membangun akan penulis terima dengan iklas

dan penulis ucapkan terima kasih. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Surakarta, November 2016

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR PERSAMAAN	xii
DAFTAR ISTILAH	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Batasan Penelitian	2
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Tinjauan Pustaka	4
2.2. Dinamika Kendaraan	5
2.2. PID (<i>Proportional-Integral-Derivative</i>) Controller	11
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	13
BAB IV DATA DAN ANALISIS	
4.1 Desain Kendaraan.....	17
4.2 Spesifikasi Kendaraan	17
4.3 Parameter Kendaraan	18
4.4 Simulasi Kendaraan	18
4.5 Hasil Lintasan Kendaraan	19
4.5.1. Hasil Lintasan Kendaraan tanpa Kontroller	19
4.5.2. Hasil Lintasan Kendaraan dengan <i>Feedback</i> Kecepatan (<i>Internal Feedback</i>)	19

4.5.3. Hasil Lintasan Kendaraan dengan kontrol PID	20
4.6. Analisa Sistem <i>Handling</i> Kendaraan	21
4.6.1. Analisa Sistem <i>Handling</i> Kendaraan dengan kontrol P	21
4.6.2. Analisa Sistem <i>Handling</i> Kendaraan dengan kontrol PI....	23
4.6.3. Analisa Sistem <i>Handling</i> Kendaraan dengan kontrol PID.....	25
4.7. Perbandingan Hasil lintasan Kendaraan	27
4.7.1. Perbandingan Hasil Lintasan kendaraan tanpa kontroller ..	27
4.7.2. Perbandingan Hasil Lintasan Kendaraan dengan <i>Internal Feedback</i> (<i>Feedback</i> Kecepatan)	29
4.7.3. Perbandingan Hasil Lintasan Kendaraan dengan PID Kontroller.....	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	34
5.2. Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	36

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1 Spesifikasi Kendaraan	17
Tabel 4.2 Parameter Kendaraan	18

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem koordinat sumbu kendaraan	7
Gambar 2.2 Diagram benda bebas model dinamika kendaraan ...	9
Gambar 2.3 <i>Slip angle</i> roda	10
Gambar 2.4 Diagram blok sistem kontrol berumpan balik.....	11
Gambar 3.1 Diagram alir penelitian	13
Gambar 4.1 Desain kendaraan <i>reverse trike</i>	17
Gambar 4.2 Lintasan kendaraan tanpa kontroler	19
Gambar 4.3 Lintasan kendaraan dengan <i>feedback</i> kecepatan	20
Gambar 4.4 <i>Step respon</i> untuk sistem <i>handling</i> kendaraan dengan control P	21
Gambar 4.5 Lintasan kendaraan dengan kontrol P	22
Gambar 4.6 Grafik kecepatan kontrol P	22
Gambar 4.7 <i>Step respon</i> untuk sistem <i>handling</i> kendaraan dengan kontrol PI	23
Gambar 4.8 Lintasan kendaraan dengan kontrol PI	24
Gambar 4.9 Grafik kecepatan kontrol PI	24
Gambar 4.10 <i>Step respon</i> untuk sistem <i>handling</i> kendaraan dengan kontrol PID	25
Gambar 4.11 Lintasan kendaraan dengan kontrol PID	26
Gambar 4.12 Grafik kecepatan kontrol PID	26
Gambar 4.13 Perbandingan lintasan kendaraan tanpa kontroler pada kecepatan 10 km/jam	27
Gambar 4.14 Perbandingan lintasan kendaraan tanpa kontroler pada kecepatan 20 km/jam	28
Gambar 4.15 Perbandingan lintasan kendaraan tanpa kontroler pada kecepatan 30 km/jam	28
Gambar 4.16 Perbandingan lintasan kendaraan dengan <i>internal feedback</i> pada kecepatan 10 km/jam	29

Gambar 4.17	Perbandingan lintasan kendaraan dengan <i>internal feedback</i> pada kecepatan 20 km/jam	30
Gambar 4.18	Perbandingan lintasan kendaraan dengan <i>internal feedback</i> pada kecepatan 30 km/jam	31
Gambar 4.19	Perbandingan lintasan kendaraan dengan kontrol PID pada kecepatan 10 km/jam	32
Gambar 4.20	Perbandingan lintasan kendaraan dengan kontrol PID pada kecepatan 20 km/jam	32
Gambar 4.21	Perbandingan lintasan kendaraan dengan kontrol PID pada kecepatan 30 km/jam	33

DAFTAR PERSAMAAN

	Halaman
Persamaan 2.1 Persamaan gerak kendaraan <i>yaw</i>	8
Persamaan 2.2 Persamaan gerak kendaraan pada sumbu x	8
Persamaan 2.3 Persamaan gerak kendaraan pada sumbu y	8
Persamaan 2.4 Gaya <i>longitudinal</i> pada roda depan	9
Persamaan 2.5 Gaya <i>longitudinal</i> pada roda belakang	9
Persamaan 2.6 <i>Slip ratio</i> saat pengereman	9
Persamaan 2.7 <i>Slip ratio</i> saat percepatan	9
Persamaan 2.8 Sudut vektor kecepatan roda depan	11
Persamaan 2.9 Sudut vektor kecepatan roda belakang	11

DAFTAR ISTILAH

<i>Ground clearance</i>	Rongga antara lantai kendaraan dengan jalan
Gerakan <i>heave</i>	Gerakan bodi kendaraan pada arah vertical
Gerakan <i>pitch</i>	Gerakan rotasi bodi kendaraan yang berpusat pada sumbu lateral y
Gerakan <i>roll</i>	Gerakan rotasi bodi kendaraan yang berpusat pada sumbu longitudinal x
Gerakan <i>yaw</i>	Gerakan rotasi bodi kendaraan yang berpusat pada sumbu vertikal z
Kekakuan <i>Cornering</i>	Perbandingan antara gaya lateral dari ban dengan <i>slip angle</i>
Kekakuan <i>longitudinal</i> ban	Perbandingan antara gaya longitudinal dengan longitudinal <i>slip</i>
<i>Longitudinal slip</i>	Perbandingan antara slip kecepatan dengan kecepatan kendaraan
Model ban	Model yang menggambarkan arah gaya dan momen yang bekerja pada bidang kontak permukaan ban dan jalan
<i>Slip angle</i>	sudut yang terbentuk antara arah ban dengan vektor kecepatan dari kendaraan
<i>Wheelbase</i>	Jarak antara poros roda depan dan poros roda belakang